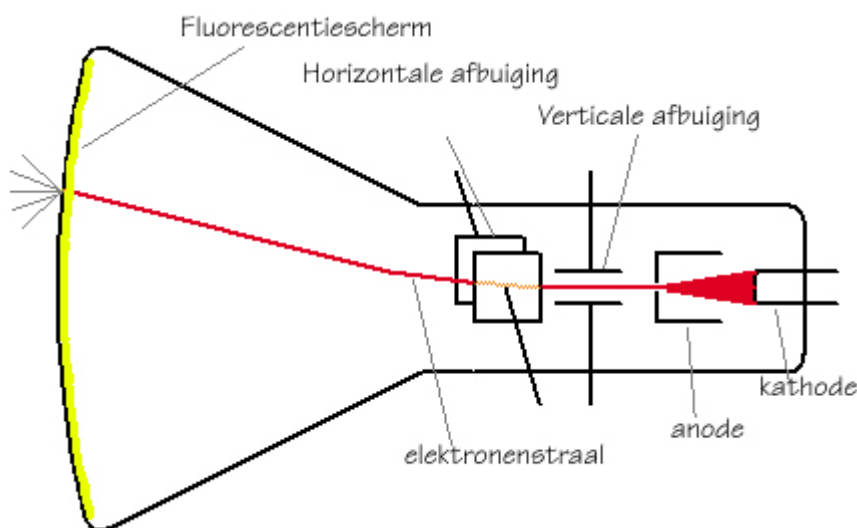


De toevallige ontdekking van röntgenstraling

Vaak gaat aan wetenschappelijke ontdekkingen uitgebreid werk vooraf, zowel experimenteel als theoretisch. Pas nadat alle mogelijkheden in kaart zijn gebracht, een hypothese is opgesteld en een experiment is ontwikkeld, komt - als alles goed gaat - het moment van 'ontdekking'. Soms gaan wetenschappelijke ontdekkingen echter heel anders, bijvoorbeeld in het geval van de röntgenstraling.



Afbeelding 1. Een kathodestraalbuis. Schematische weergave van een vacuümbuis waarin elektronen werden afgeschoten, ook wel een kathodestraalbuis genoemd.

Afbeelding: [Wikimedia Commons](#).

Wetenschappelijke ontdekkingen zijn vaak het resultaat van een lange zoektocht naar een bepaald fenomeen. Die zoektocht is doorgaans begonnen omdat een theorie doet vermoeden dat er 'iets moet zijn'. Zo ging het bijvoorbeeld bij de ontdekking een zwart gat in het midden van een sterrenstelsel. Het bestaan van zo'n zwart gat werd al in 1965 voorspeld met behulp van Einsteins theorie van zwaartekracht, maar het duurde nog tot 2019 voordat wetenschappers het op beeld vastlegden.

Er is daarentegen ook een andere vorm van wetenschappelijke ontdekkingen, die veel zeldzamer is. Soms zoeken wetenschappers naar een bepaald verschijnsel, maar wordt er in plaats daarvan iets anders waargenomen. De theorie die het nieuwe verschijnsel beschrijft volgt dan later pas, wanneer er genoeg onderzocht is om het verschijnsel te kunnen begrijpen. Zo'n onverwachte ontdekking deed Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1932) in 1895, toen hij in zijn lab op zoek was naar kathodestrallen. Wat hij vond was echter een nieuw soort straling, dat later naar hem vernoemd zou worden.

Kathodestrallen, nu ook wel elektronenstralen genoemd, zijn een verschijnsel dat in Röntgens tijd veel werd onderzocht. Dit werd gedaan met behulp van vacuümbuizen. In zo'n glazen buis kun je een straal van elektronen naar een scherm laten schieten door middel van een kathode en een anode. Een schematisch voorbeeld van zo'n buis zie je in afbeelding 1. Rechts in deze afbeelding zie je de kathode, waar de elektronen uitkomen. Doordat er een groot ladingverschil is tussen de kathode en de anode, trekt die laatste de elektronen als het ware vooruit naar het scherm toe. Dit scherm, links afgebeeld, is bedekt met een laag van een fluorescerend materiaal. Tegen de tijd dat de elektronen daar aankomen hebben ze een hoge snelheid opgebouwd, waarvan de energie wordt omgezet in licht wanneer ze het scherm raken.

Met behulp van zo'n vacuümbuis deden wetenschappers vanaf 1870 al onderzoek naar de eigenschappen van de elektronenstralen. In die tijd was al bekend dat de kathodestrallen niet direct gezien konden worden, maar dus wel via het fluorescerende materiaal. Later werd ook aangetoond dat de elektronenstralen uit zichzelf de neiging hebben om rechtdoor te bewegen, maar wel afgebogen kunnen worden met behulp van magneten.

Toen Röntgen in 1895 aan de slag ging was er echter ook nog veel onduidelijk over de straling. Zo weten we nu dat kathodestraling uit elektronen bestaat, maar was de substantie van de straling in die tijd nog niet bekend. Genoeg reden voor Röntgen om zijn lab in Würzburg uit te breiden met zo'n vacuümbuis.



Afbeelding 2. Wilhelm Conrad

Röntgen. Foto via [Wikimedia Commons](#).

Om de aard van kathodestraling verder te onderzoeken maakte Röntgen gebruik van een vacuümbuis en een scherm dat bestond uit een stuk karton met daarop de fluorescerende stof bariumplatinocyanide. Vervolgens paste hij de opstelling zo aan dat er geen licht kon ontsnappen uit de vacuümbuis. Dit deed hij door de buis volledig te omhullen met karton. Wanneer hij in deze opstelling de buis aan zou zetten, zou er dus van buitenaf geen licht te zien moeten zijn.

Toch ziet Röntgen tijdens één van zijn experimenten onverwacht in zijn ooghoek iets flikkeren. Het licht blijkt van een stuk karton met bariumplatinocyanide te komen dat op een tafel in de buurt van zijn opstelling ligt. Het is hem niet meteen duidelijk waarom het stukje karton oplicht. Na een reeks experimenten waarbij hij het stuk karton steeds verder weg legt, concludeert hij dat het oplichten niet een gevolg kan zijn van de kathodestraling. Het was al bekend dat kathodestraling maar een afstand van een paar centimeter kan bereiken, en ook op verdere afstand van de buis licht het stukje karton nog op. Het moet dus een nieuw soort straling zijn die hij gevonden heeft.

In de daaropvolgende dagen lijkt Röntgen volledig in te ban te zijn geweest van het rare verschijnsel. Om te bevestigen dat hij echt een nieuw soort straling had gevonden herhaalde hij opnieuw en opnieuw zijn experimenten. Hij liet zijn maaltijden naar zijn werkplaats komen en verloor zo zelfs aan eten geen kostbare tijd. Zelfs zijn bank werd naar zijn werkkamer verplaatst, zodat hij daarop zijn nieuwe ondervindingen comfortabel kon overpeinzen. In die dagen sprak Röntgen met niemand over zijn ontdekking. Hij deed zijn experimenten zonder de hulp van zijn assistenten, en zelfs zijn vrouw zag hem nog amper.

Tijdens zijn vrijwillige opsluiting zocht Röntgen naar antwoorden op de vele vragen die door de ontdekking naar boven kwamen. Waar kwam de straling vandaan die het stuk karton deed oplichten? Wat gebeurt er wanneer er bepaalde materialen tussen de buis en het karton gehouden worden, zoals hout of metaal? Met behulp van verschillende experimenten onderzocht hij deze vragen, en zo ontdekte hij dat de nieuwe soort straling afkomstig was van de glazen wand van de kathodebuis.

Wanneer de kathodestraling op die wand valt, gebeurt er iets soortgelijks als wanneer de straling op het scherm valt. In plaats van in licht, wordt de energie van de kathodestraling daar omgezet in "X-stralen", zoals Röntgen de nieuwe soort straling inmiddels had genoemd. Ook zag hij dat de mate waarin een materiaal de straling opneemt afhankelijk is van de dichtheid van het materiaal. Een papiertje vormt geen obstakel voor de X-stralen, maar door metalen zoals lood kan het niet heen dringen.



Afbeelding 3. De eerste röntgenfoto. Een foto van de hand van Anna Bertha Ludwig, Röntgens vrouw, gemaakt op 22 december 1895. De donkere vlek bij de tweede vinger wordt veroorzaakt door een ring, waar de straling niet doorheen komt. Foto gemaakt door [Wilhelm Röntgen](#) zelf.

Röntgen wilde natuurlijk graag zijn collega's, en de rest van de wereld, overtuigen van zijn onverwachte ontdekking van een nieuw soort straling. Zich nog onbewust van de gevaren voor zijn gezondheid maakte Röntgen een foto van een aantal van zijn eigen vingers. Later maakte hij ook een foto van de hand van zijn vrouw Anna Bertha Ludwig, te zien in afbeelding 3. Hier kun je zien dat de foto licht is op de plekken waar de straling niet tegengehouden wordt door haar hand of haar ring. Het schijnt dat Anna Bertha niet onmiddellijk enthousiast was toen ze het beeld zag: ze had het gevoel dat ze met de foto haar eigen dood kon bekijken. Deze foto werd toegevoegd aan Röntgens eerste publicatie over de X-stralen, genaamd "Over een nieuw soort straling", die op 28 december 1895 werd

gepubliceerd.

Na zijn publicatie stuurde Röntgen een kopie van zijn artikel naar bekende natuurkundigen over de hele wereld. Al snel verspreidde het nieuws over de X-stralen zich ook onder niet-wetenschappers. Zo verschenen er bijvoorbeeld gemakkelijke cartoons, zoals te zien in afbeelding 4, waaruit is af te leiden dat Anna Bertha niet de enige was die Röntgenstraling nogal griezelig vond.



Afbeelding 4. "The New Roentgen Photography". Een komische cartoon uit 1896, het jaar nadat Röntgen zijn eerste artikel over de nieuwe soort straling publiceerde. Cartoon uit [Life](#), 1896.

Hoewel Röntgen de verschijnselen dan wel toevallig had opgemerkt, laat zijn verhaal ook zien

dat er veel kennis en ervaring nodig is om de juiste conclusies te kunnen trekken uit vreemde fenomenen. Röntgens ontdekking van de X-stralen, die later 'Röntgenstralen' zijn gaan heten, werd zo waardevol gevonden dat hij er in 1901 de eerste Nobelprijs voor de natuurkunde voor kreeg.

Bron: De lijn van het verhaal is afkomstig uit de biografie "Wilhelm Conrad Röntgen - The Birth of Radiology", geschreven door Gerd Rosenbusch en Annemarie de Knecht-van Eekelen, en het artikel "Historical Structure of Scientific Discovery" van Thomas S. Kuhn.